

5/9/3

010989562 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1996-486511/199649

XRPX Acc No: N96-409890

**Compressed air supply system for vehicle compressed air unit**  
**- has air compressor with delivery line for supplying compressed air unit**  
**branched, on output side of air-dryer, into at least two branches leading**  
**to user circuits**

Patent Assignee: KNORR BRAKE MOTORLORRY SYSTEM AG (KNOR ); BOSCH GMBH  
ROBERT (BOSC ); KNORR-BREMSE SYSTEME NUTZFAHRZEUGE GMBH (KNOR ); BOSCH  
CORP ROBERT (BOSC )

Inventor: ALT M; BRUEHMANN W

Number of Countries: 021 Number of Patents: 011

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19515895	A1	19961031	DE 195015895	A	19950429	199649 B
WO 9634785	A1	19961107	WO 96DE366	A	19960302	199650
EP 827470	A1	19980311	EP 96905676	A	19960302	199814
			WO 96DE366	A	19960302	
EP 827470	B1	19981223	EP 96905676	A	19960302	199904
			WO 96DE366	A	19960302	
DE 59601057	G	19990204	DE 96501057	A	19960302	199911
			EP 96905676	A	19960302	
			WO 96DE366	A	19960302	
JP 11504294	W	19990420	JP 96532905	A	19960302	199926
			WO 96DE366	A	19960302	
KR 99007922	A	19990125	WO 96DE366	A	19960302	200014
			KR 97707445	A	19971021	
US 6089831	A	20000718	WO 96DE366	A	19960302	200037
			US 97930125	A	19971029	
CN 1181043	A	19980506	CN 96193180	A	19960302	200236
CN 1073519	C	20011024	CN 96193180	A	19960302	200510
EP 827470	B2	20050309	EP 96905676	A	19960302	200519
			WO 96DE366	A	19960302	

Priority Applications (No Type Date): DE 195015895 A 19950429

Cited Patents: EP 463329; EP 523194; FR 2658251; WO 9407726

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19515895	A1	10	B60R-016/08		
-------------	----	----	-------------	--	--

WO 9634785	A1 G	32	B60T-017/00		
------------	------	----	-------------	--	--

Designated States (National): CN JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC  
NL PT SE

EP 827470	A1 G	B60T-017/00	Based on patent WO 9634785
-----------	------	-------------	----------------------------

Designated States (Regional): DE FR IT SE

EP 827470	B1 G	B60T-017/00	Based on patent WO 9634785
-----------	------	-------------	----------------------------

Designated States (Regional): DE FR IT SE

DE 59601057	G	B60T-017/00	Based on patent EP 827470
			Based on patent WO 9634785

JP 11504294	W	27 B60T-017/00	Based on patent WO 9634785
-------------	---	----------------	----------------------------

KR 99007922	A	B60T-017/02	Based on patent WO 9634785
-------------	---	-------------	----------------------------

US 6089831	A	F04B-049/00	Based on patent WO 9634785
------------	---	-------------	----------------------------

CN 1181043	A	B60T-017/00	
------------	---	-------------	--

CN 1073519	C	B60T-017/00	
------------	---	-------------	--

EP 827470	B2 G	B60T-017/00	Based on patent WO 9634785
-----------	------	-------------	----------------------------

Designated States (Regional): DE FR IT SE

Abstract (Basic): DE 19515895 A

The consumer or user circuits (e.g. I, V) are separable from the compressed air supply by blocking elements (40.1, 40.5) respectively lying in each branch (17.1, 17.5), connectable using a programmable electronic control unit (57). The electronic control unit is connected to a pressure sensor (54.1), and at least one magnetic valve (44.5) for controlling the regeneration of the air dryer (18).

The electronic control unit also controls the compressed air delivery of the air compressor (11). The relief safety valve (26) of the compressed air plant is controlled by the electronic control unit in the compressed air non-regulating condition and also the blocking elements of the user circuits (e.g. I and V), in the blocking condition.

ADVANTAGE - Changes over supply to circuits as required and for regeneration of air dryer. Supply can be vehicle-specific, depending on operating conditions of plant, or vehicle or selected by programme control. Flexible, responds quickly for quicker readiness. Saves power. Improved protection against compressed air loss.

Dwg.1/3

Title Terms: COMPRESS; AIR; SUPPLY; SYSTEM; VEHICLE; COMPRESS; AIR; UNIT; AIR; COMPRESSOR; DELIVER; LINE; SUPPLY; COMPRESS; AIR; UNIT; BRANCH; OUTPUT; SIDE; AIR; DRY; TWO; BRANCH; LEADING; USER; CIRCUIT

Derwent Class: Q12; Q13; Q17; Q18; Q56; Q57; X22

International Patent Class (Main): B60R-016/08; B60T-017/00; B60T-017/02; F04B-049/00

International Patent Class (Additional): B60G-017/04; B60K-025/00; F15B-001/033; F15B-021/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-C; X22-X

Derwent WPI (Dialog® File 351): (c) 2005 Thomson Derwent. All rights reserved.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 15 895 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 60 R 16/08  
F 15 B 21/04  
F 15 B 1/033  
B 60 K 25/00  
B 60 G 17/04  
// B 60 T 13/26

21 Aktenzeichen: 195 15 895.4  
22 Anmeldetag: 29. 4. 95  
43 Offenlegungstag: 31. 10. 98

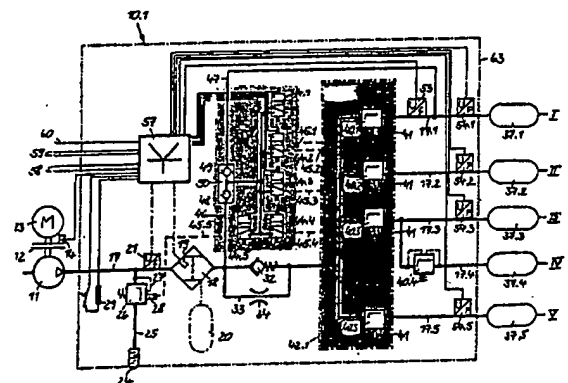
DE 195 15 895 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Bruehmann, Werner, Dipl.-Ing., 70499 Stuttgart, DE;  
Alt, Matthias, 26127 Oldenburg, DE

64 Druckluft-Versorgungseinrichtung für Fahrzeug-Druckluftanlagen sowie Verfahren zum Steuern der Druckluft-Versorgungseinrichtung

57 Es ist ein Luftkompressor (11) vorgesehen, von dessen Ausgang zur Versorgung der Druckluftanlage eine Förderleitung (17) zu einem Lufttrockner (18) führt. Die Förderleitung (17) ist ausgangseitig des Lufttrockners (18) in zu wenigstens zwei Verbraucherkreisen (z. B. I und III) führende Leitungszweige (17.1 und 17.3) verzweigt. Der Druck in den Verbraucherkreisen (I und III) ist durch Drucksensoren (54.1 und 54.3) überwachbar. Es ist außerdem eine Steuerelektronik (57) vorgesehen, an welche die Drucksensoren (54.1 und 54.3) angeschlossen sind. Die Verbraucherkreise (I und III) sind durch ein von der programmierbaren Steuerelektronik (57) schaltbares, im jeweiligen Förderleitungszweig (17.1 und 17.3) liegendes Sperrglied (40.1 und 40.3) von der Druckluftversorgung abtrennbar. Hierdurch ist die Zufuhr von Druckluft in die Verbraucherkreise (I und III) und die Entnahme von Druckluft zur Überleitung von einem Kreis in den anderen von der Steuerelektronik (27) steuerbar. Die Druckluft-Versorgungseinrichtung ist in Fahrzeug-Druckluftanlagen von Nutzfahrzeugen anwendbar.



DE 195 15 895 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Druckluftversorgungseinrichtung für Fahrzeug-Druckluftanlagen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zum Steuern einer solchen Druckluft-Versorgungseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

Aus EP 0 523 194 B1 ist eine derartige Druckluft-Versorgungseinrichtung für Fahrzeug-Druckluftanlagen bekannt. Dort ist ein abschaltbarer Luftkompressor vorgesehen, um Druckluft über einen Lufttrockner in einen Vorratsbehälter zu fördern. Ein am Vorratsbehälter angeordneter Drucksensor überwacht den Druck der eingesteuerten Luft. Sein Druckwert wird von einer Steuerelektronik ausgewertet, um den Luftkompressor ein- und auszuschalten. Außerdem wird die Feuchtigkeit der Luft in der Anlage sensiert und von der Steuerelektronik die Regeneration des Lufttrockners druck- und feuchtigkeitsabhängig gesteuert. Über die weitere Gestaltung der Druckluftanlage und die Absicherung des Druckluftvorrats sind in der EP 0 523 194 B1 keine Angaben enthalten.

Nationale Regeln und internationale Richtlinien verlangen bei Fahrzeug-Druckluftanlagen das Vorhandensein mehrerer Druckluft-Verbraucherkreise, um bei Ausfall eines Bremskreises die Funktion der Bremsanlage hilfsweise aufrechtzuerhalten. Außerdem ist eine gegenseitige Absicherung der Kreise vorgeschrieben, damit bei Ausfall eines Kreises die Funktion des unbeschädigten Kreises erhalten bleibt. Es werden daher ausgangsseitig des Lufttrockners der Druckluftanlage Überströmventile mit begrenzter Rückströmung angeordnet, welche zu mehreren in einem Schutzventil zusammengefaßt sind, beispielsweise gemäß DE 42 09 034 A1. Neben der Aufgabe, die Druckluft auf die verschiedenen Verbraucherkreise zu verteilen und diese gegeneinander bei Ausfall eines Kreises sowie gegen Ausfall des Luftkompressors abzusichern, ist hier außerdem die vorrangige Befüllung ausgewählter Verbraucherkreise sichergestellt. Bei derartigen Überströmventilen sind der anlagenspezifische Öffnungs- und Schließdruck aufgrund konstruktiver Gegebenheiten fest eingestellt und beim Betrieb der Fahrzeug-Druckluftanlage einer Einwirkung von außen entzogen.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Druckluft-Versorgungseinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Zufuhr von Druckluft in die Verbraucherkreise und die Entnahme von Druckluft aus einem Kreis zur Überleitung in einen anderen Kreis oder zum Zwecke der Regeneration des Lufttrockners fahrzeugspezifisch oder in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Druckluftanlage oder des Fahrzeugs von der programmierbaren Steuerelektronik ausgewählt und gesteuert bzw. geregelt werden kann. Damit lassen sich gegenüber der bisherigen "starren", d. h. festgelegten Betriebsweise der Druckluft-Versorgungseinrichtung eine schnellere Betriebsbereitschaft der Druckluftanlage, eine Energieeinsparung beim Betrieb des Luftkompressors, eine höhere Sicherheit gegen Druckluftverlust bei einem schadhafte

verschiedliche, veränderbare Druckwerte und eine wirtschaftliche, bedarfsgerechte Regeneration des Lufttrockners erzielen. Um die Druckluft-Versorgungseinrichtung an unterschiedliche Fahrzeug-Druckluftanlagen oder veränderten Betriebsbedingungen anzupassen, bedarf es lediglich eines Eingriffs in die Steuerelektronik durch Einfügen bzw. Ändern eines entsprechenden Steuerelements.

Durch die in den Unteransprüchen 2 bis 13 aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Druckluft-Versorgungseinrichtung möglich.

Mit der gerätemäßig außerordentlich einfachen Ausstattung der Druckluft-Versorgungseinrichtung nach den Ansprüchen 2 und 3 werden die vorgenannten Vorteile erzielt, ohne dabei die Betriebssicherheit zu gefährden, da die vorgeschlagenen Sperrglieder, die Drucksensoren und die Steuerelektronik eine hohe Funktionsicherheit besitzen.

Wenn jedoch die bewährte pneumatisch-mechanische Absicherung der Druckluftanlage beispielsweise gemäß DE 42 09 034 A1 beibehalten werden soll, so stellt die Ausgestaltung der Druckluftversorgungseinrichtung nach Anspruch 4 eine vorteilhafte Ausführungsform dar.

Demgegenüber ist mit der Maßnahme nach Anspruch 5 eine gerätemäßige Vereinfachung erzielbar, indem die Überströmventile von der Steuerelektronik unmittelbar oder gemäß Anspruch 6 mittelbar schaltbar sind.

Mit der Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 wird sowohl luftkompressorseitig als auch verbraucherseitig die Verfügbarkeit des Steuerdrucks zum Schalten der nach Anspruch 5 ausgebildeten Überströmventile sichergestellt.

Mit der im Anspruch 8 gekennzeichneten Maßnahme wird auch bei einem mit geringer Wahrscheinlichkeit auftretenden Ausfall der Steuerelektronik die bewährte pneumatisch-mechanische Absicherung der Verbraucherkreise mittels der Überströmventile erzielt.

Bei der im Anspruch 9 offenbarten Weiterbildung der Erfindung wird konsequenterweise die Möglichkeit der elektronischen Steuerung der Druckmittel-Versorgungseinrichtung auch auf das dem Überlastungsschutz dienende als auch zur Steuerung der Regeneration des Lufttrockners herangezogene Sicherheitsventil erstreckt.

Soll dagegen die bekannte pneumatisch-mechanisch gesteuerte Ausführungsform des Sicherheitsventils als Druckbegrenzungsventil in der Druckluft-Versorgungseinrichtung beibehalten werden, so gestattet die Maßnahme nach Anspruch 10 auch dessen Ansteuerung durch die Steuerelektronik.

Mit den in den Ansprüchen 11 und 12 angegebenen Maßnahmen ist es auf einfache Weise mittels der den Zustand der Druckluftanlage überwachenden Steuerelektronik möglich, bedarfsgerecht sowie nach wirtschaftlichen Kriterien den Luftkompressor in Betrieb zu setzen bzw. die Druckluftförderung ein- oder auszuschalten. Dabei kann gemäß der Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 13 die Steuerelektronik Daten nutzen, welche den Betriebszustand des Antriebsmotors des Fahrzeugs kennzeichnen.

Das mit erfindungsgemäßen Verfahrensschritten gekennzeichnete Verfahren nach Anspruch 14 zum Steuern einer Druckluft-Versorgungseinrichtung für Fahrzeug-Druckluftanlagen nach Anspruch 1 zeichnet sich mit Vorteil dadurch aus, daß mittels der Steuerelektronik Einfluß auf den versorgungsseitigen Druckluftaus-

halt in der Fahrzeug-Druckluftanlage genommen werden kann, derart, daß druck- und damit auch verbrauchsabhängig die Einsteuerung von Druckluft in gegebenenfalls verschiedenen Zwecken dienende Verbraucherkreise nach logischen Kriterien erfolgt.

Durch die in den Unteransprüchen 15 bis 30 aufgeführten Verfahrensmerkmale sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Anspruch 14 angegebenen Verfahrens möglich.

So kann gemäß der Maßnahme nach Anspruch 15 beispielsweise die Forderung von der Betriebserlaubnis des Fahrzeugs betreffende Vorschriften erfüllt werden.

Mit dem im Anspruch 16 angegebenen Verfahrensmerkmal kann z. B. die Betriebsbereitschaft des Fahrzeugs beschleunigt herbeigeführt werden.

Des weiteren ist es in vorteilhafter Weise nach dem Verfahrensschritt gemäß Anspruch 17 möglich, einen anderen Verbraucherkreis vor erhöhter Druckbelastung zu schützen, wenn der ausgewählte Kreis einen höheren Betriebsdruck erfordert oder einen erhöhten Druckluftverbrauch hat, beispielsweise für die Luftfederung des Fahrzeugs.

Mit dem Verfahrensmerkmal nach Anspruch 18 kann auf einfache Weise das kurzzeitige Einschalten des Luftkompressors vermieden werden.

Durch die im Anspruch 19 gekennzeichnete Maßnahme wird beispielsweise bei einem undichten oder leckgeschlagenen Verbraucherkreis während des weiteren Betriebs der Druckluftanlage ein Druckluftverlust sowie eine erhöhte Belastung der Druckluft-Versorgungseinrichtung vermieden.

Zweckmäßigerweise wird ein derartiger Zustand der Druckluftanlage dem Fahrer des Fahrzeugs gemäß Anspruch 20 zur Kenntnis gebracht, damit Maßnahmen zur Beseitigung der Störung ergriffen werden können.

Von wesentlichem Vorteil für den wirtschaftlichen Betrieb des Fahrzeugs ist der Verfahrensschritt nach Anspruch 21, weil gegenüber der üblichen Betriebsweise der Druckluft-Versorgungseinrichtung weitere Kriterien Anwendung finden können, beispielsweise, ob der Antriebsmotor des Fahrzeugs auf hohem Leistungsniveau betrieben wird und demzufolge ein Zuschalten des Luftkompressors nicht angeraten ist.

So wird zweckmäßigerweise die Maßnahme nach Anspruch 22 zur Anwendung gebracht, um die dem Fahrzeug innewohnende kinetische Energie für den Antrieb des Luftkompressors zu nutzen.

Für den Betrieb des Luftkompressors können die in den Ansprüchen 23 bis 25 beschriebenen Verfahrensmerkmale genutzt werden, indem bei Nichtbedarf entweder die geförderte Druckluft zu einer Entlastungsstelle abgesteuert oder der Luftkompressor bedarfsweise vom Antrieb abgekuppelt oder die Luftförderung des angetriebenen Luftkompressors von der Steuerelektronik abgeschaltet wird. Dabei sind die Maßnahmen nach den Ansprüchen 24 und 25 in wirtschaftlicher Hinsicht besonders vorteilhaft.

Die im Anspruch 26 angegebene Verfahrensweise ist vom Gesichtspunkt der Druckluftverbrauchs Bilanz her von Vorteil, weil hierdurch in den Verbraucherkreisen auftretender unterschiedlicher Bedarf an Druckluft von der Steuerelektronik ausgeglichen werden kann.

Mit dem Verfahrensmerkmal nach Anspruch 27 wird in vorteilhafter Weise zur Regeneration des Lufttrockners besonders trockene Druckluft genutzt, so daß das benötigte Regenerationsluftvolumen relativ klein gehalten werden kann.

Anstelle der vorbeschriebenen Maßnahmen kann ge-

mäß Anspruch 28 in bekannter Weise die Regeneration des Lufttrockners durch Entnahme von Regenerationsluft aus einem separaten Behälter erfolgen.

Durch entsprechende Programmierung der Steuerelektronik sind unterschiedliche, im Anspruch 29 angegebene Betriebsweisen für die Regenerationssteuerung möglich.

Schließlich ist es mit Vorteil bei Anwendung der in Anspruch 30 gekennzeichneten Verfahrensschritte möglich, den Lufttrockner für die folgende Inbetriebnahme des Fahrzeugs mit voller Trocknungskapazität bereitzustellen und durch Ausblasen von Wasseransammlungen im Bereich des Sicherheitsventils mit der zur Entlastungsstelle abgesteuerten Regenerationsluft das Einfrieren des Ventils zu verhindern. Eine elektrische Beheizung des Sicherheitsventils ist daher gegebenenfalls entbehrlich.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Schaltschema einer Druckluft-Versorgungseinrichtung mit einem steuerbaren Überströmventil in den Verbraucherkreisen,

Fig. 2 ein Schaltschema entsprechend Fig. 1 mit in Reihe angeordnetem Überströmventil sowie schaltbarem Sperrglied in den Verbraucherkreisen und

Fig. 3 ein Schaltschema einer Druckluft-Versorgungseinrichtung lediglich mit einem schaltbaren Sperrglied in den Verbraucherkreisen.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die in Fig. 1 der Zeichnung schematisch wiedergegebene Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 für Fahrzeug-Druckluftanlagen ist zur Verwendung vorzugsweise in Nutzfahrzeugen bestimmt. Die Einrichtung 10.1 weist einen Druckluftkompressor 11 auf, welcher über eine Schaltkupplung 12 mit dem Antriebsmotor 13 des Fahrzeugs gekuppelt ist. Die Kupplung 12 ist elektrisch gesteuert schaltbar; es ist daher ein entsprechendes Betätigungsmittel 14 dargestellt.

Vom Luftkompressor 11 führt eine Förderleitung 17 zu einem regenerierbaren Lufttrockner 18. An den Lufttrockner 18 kann ein Feuchtesensor 19 zum Messen der im Granulat des Trockners aufgenommenen Feuchtigkeit angeschlossen sein, welche der vom Luftkompressor 11 geförderten Druckluft entzogen wird. An den Lufttrockner 18 kann außerdem ein Behälter 20 zum Speichern von Regenerationsluft angeschlossen sein, welche beim Entfeuchten des im Gegenstromverfahren regenerierbaren Granulats dem Lufttrockner zugeführt wird. Außerdem kann an die Förderleitung 17 zwischen dem Luftkompressor 11 und dem Lufttrockner 18 ein Feuchtesensor 21 angeschlossen sein, mit dem der Wassergehalt sowohl der vom Luftkompressor 11 geförderten Druckluft als auch der aus dem Lufttrockner 18 abgeleiteten Regenerationsluft überwachbar ist.

Von der Förderleitung 17 geht zwischen dem Luftkompressor 11 und dem Lufttrockner 18 eine zu einer Druckentlastungsstelle 24 führende Stichelung 25 aus. In dieser befindet sich ein Sicherheitsventil 26 in der Bauform des Druckbegrenzungsventils, welches über eine Steuerleitung 27 betätigt den maximalen Systemdruck in der Fahrzeug-Druckluftanlage begrenzt. Darüber hinaus ist das Sicherheitsventil 26 durch ein zusätz-

liches Betätigungsmittel 28 pneumatisch in die Durchlaßstellung schaltbar. Um das Sicherheitsventil 26 gegen Einfrieren zu schützen, ist eine elektrische Heizung 29 vorgesehen.

Die Förderleitung 17 ist nach dem Lufttrockner 18 in fünf Leitungszweige 17.1 bis 17.5 fortgesetzt. Ausgangsseitig des Lufttrockners 18 befindet sich in der Förderleitung 17 ein federbelastetes Rückschlagventil 32, das in Richtung auf den Lufttrockner 18 die Förderleitung sperrt. Das Rückschlagventil 32 ist von einer Bypassleitung 33 mit einer Drosselstelle 34 umgangen, welche eine gedrosselte Rückströmung von Luft zum Lufttrockner 18 für Regenerierzwecke gestattet.

Die Förderleitungszweige 17.1 bis 17.5 stehen mit Druckluft-Verbraucherkreisen I bis V der Fahrzeug-Druckluftanlage in Verbindung (von den Verbraucherkreisen I bis V ist lediglich ein Druckluft-Vorratsbehälter 37.1 bis 37.5 dargestellt). Die Verbraucherkreise I und II sind Betriebsbremskreise und gehören wie der einen Feststellbremskreis bildende Verbraucherkreis III zur Bremsanlage des Fahrzeugs. Der Kreis IV ist ein Nebenverbraucherkreis und der Verbraucherkreis V ein Luftfederkreis.

In jedem der Förderleitungszweige 17.1 bis 17.5 befindet sich in Förderrichtung vor den Vorratsbehältern 37.1 bis 37.5 der Druckluft-Verbraucherkreise I bis V je ein Überströmventil 40.1 bis 40.5 mit begrenzter Rückströmung. Diese Überströmventile 40.1 bis 40.5 dienen der Druckluftversorgung und Druckabsicherung der angeschlossenen Druckluft-Verbraucherkreise I bis V, wobei unter Druckluftversorgung die Abgabe von mit dem Luftkompressor 11 geförderter und im Lufttrockner 18 getrockneter Druckluft an die Verbraucherkreise verstanden wird. Abweichend von dem im Förderleitungszweig 17.4 liegenden Überströmventil 40.4 sind die Überströmventile 40.1 bis 40.3 sowie 40.5 als schaltbare Sperrglieder ausgebildet, welche durch ein zusätzliches Betätigungsmittel 41, in eine den zugeordneten Leitungszweig sperrende Stellung schaltbar sind. Beim in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist dies ein pneumatisches Betätigungsmittel 41, das bei der aus DE 42 09 034 A1 bekannten Ausführungsform des Überströmventils eine mit Steuerluft beaufschlagbare Steuerkammer sein kann, in der sich eine einen Manschettenkolben in Schließrichtung belastende Druckfeder befindet. In Abwandlung des Ausführungsbeispiels kann das Betätigungsmittel 41 auch ein elektromagnetisches oder elektromechanisches sein. Die als Sperrglied ausgebildeten Überströmventile 40.1 bis 40.3 sowie 40.5 können, wie mit strichpunktierter Umrandung angedeutet, in der Bauform des Vierkreisschutzventils 42.1 vereinigt sein.

Die pneumatischen Betätigungsmittel 41 sind jeweils durch ein Vorsteuerventil 44.1 bis 44.4, welches als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist, schaltbar. Außerdem ist ein fünftes Vorsteuerventil 44.5 der gleichen Bauform vorgesehen, um das Sicherheitsventil 26 über dessen Betätigungsmittel 28 schalten zu können. Die Vorsteuerventile 44.1 bis 44.5 nehmen federbetätigt eine Stellung ein, in welcher ein zum jeweiligen Betätigungsmittel 41 bzw. 28 führender Steuerleitungszweig 45.1 bis 45.5 zur Atmosphäre entlüftet ist. In ihrer zweiten, elektromagnetisch betätigten Stellung sind dagegen die Steuerleitungszweige 45.1 bis 45.5 durchgeschaltet. Für die Bereitstellung von Steuerdruck sind die Steuerleitungszweige 45.1 bis 45.5 sowohl über eine Steuerleitung 46 abströmseitig des Lufttrockners 18 an die Förderleitung 17 als auch über eine Steuerleitung 47 zwi-

schen dem Überströmventil 40.1 und dem Vorratsbehälter 37.1 an den Förderleitungszweig 17.1 des Druckluft-Verbraucherkreises I angeschlossen. Die beiden Steuerleitungen 46 und 47 sind gegeneinander durch Rückschlagventile 48 und 49 abgesichert, welche in einem Wechselventil 50 vereinigt sein können. Je nach Betriebsweise der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 kann es auch ausreichend sein, lediglich die Steuerleitung 46 oder die Steuerleitung 47 vorzusehen. Die Rückschlagventile 48 und 49 sind dann entbehrlich.

Zur Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 gehört noch ein Feuchtesensor 53, der zwischen dem Überströmventil 40.1 und dem Vorratsbehälter 37.1 an den Förderleitungszweig 17.1 des Druckluft-Verbraucherkreises I angeschlossen ist. Außerdem sind zwischen dem entsprechenden Überströmventil 40.1 bis 40.3 und 40.5 sowie dem zugeordneten Vorratsbehälter 37.1 bis 37.3 sowie 37.5 an den entsprechenden Förderleitungszweig 17.1 bis 17.3 sowie 17.5 angeschlossene Drucksensoren 54.1 bis 54.3 sowie 54.5 für die Überwachung des Druckes in den Druckluft-Verbraucherkreisen I bis III sowie V vorgesehen.

Bestandteil der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 ist ferner eine Elektronik 57, welche entsprechend ihrer Programmierung Steuer- und Regelfunktionen ausführt und nachfolgend als Steuerelektronik bezeichnet ist. An die Steuerelektronik 57 sind das Betätigungsmittel 14 der Schaltkupplung 12, die Feuchtsensoren 19, 21 und 53, die Vorsteuerventile 44.1 bis 44.5 sowie die Drucksensoren 54.1 bis 54.3 sowie 54.5 angeschlossen. Die Spannungsversorgung der Steuerelektronik 57 erfolgt über Leitungen 58. Die Steuerelektronik 57 ist über einen Datenbus 59 mit der Motorsteuerung des Fahrzeugs verbunden; außerdem führt eine Leitung 60 zu einer Zustandsanzeige der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 im Fahrerhaus des Fahrzeugs.

Sämtliche zwischen dem Luftkompressor 11 und den Druckluftvorratsbehältern 37.1 bis 37.5 befindlichen Elemente der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 können in einer Geräteeinheit 63 zusammengefaßt sein, wie dies in Fig. 1 mit einer strichpunktierter Umrandung angedeutet ist.

Die Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 hat folgende Funktionen:

Die Ventile der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 nehmen die in Fig. 1 dargestellten Stellungen ein, und der mit seinem Antriebsmotor 13 gekuppelte Luftkompressor 11 fördert Druckluft in die Förderleitung 17. Die Luft wird beim Durchströmen des Lufttrockners 18 entfeuchtet und gelangt nach Überwindung des Rückschlagventils 32 in die Förderleitungszweige 17.1 bis 17.3 sowie 17.5. Zugleich strömt Druckluft durch die Steuerleitung 46 zu den Drucksteuerventilen 44.1 bis 44.5. Mit Überschreiten des Öffnungsdruckes der Überströmventile 40.1 bis 40.3 und 40.5 strömt Druckluft in die Vorratsbehälter 37.1 bis 37.3 sowie 37.5 der Druckluft-Verbraucherkreise I bis III sowie V und ferner nach Öffnen des Überströmventils 40.4 durch den Förderleitungszweig 17.4 zum Druckluft-Vorratsbehälter 37.4 des Nebenverbraucherkreises IV. Die Öffnungsdrücke der Überströmventile 40.1 bis 40.3 und 40.5 können durch mechanische Justierung derart eingestellt sein, daß die beiden Kreise I und II vor den anderen Kreisen III bis V gefüllt werden. Mit der Inbetriebnahme des Fahrzeugs wird der Druck in den Verbraucherkreisen I bis III sowie V von der Steuerelektronik 57 mit den Drucksensoren 54.1 bis 54.3 und 54.5 ständig überwacht. Entsprechend der Programmierung der Steuerelektronik

nik 57 kann daher druckabhängig auf die Befüllung der Druckluft-Verbraucherkreise I bis V Einfluß genommen werden. So kann beispielsweise bei gleicher Einstellung des Öffnungsdruckes der Überströmventile 40.1 bis 40.3 sowie 40.5 eine bevorrechtigte Befüllung der Verbraucherkreise I und II dadurch erreicht werden, daß durch Umschalten der Vorsteuerventile 44.3 und 44.4 in ihre magnetbetätigte Stellung Steuerluft in die pneumatischen Betätigungsmittel 41 der Überströmventile 40.3 und 40.5 geschaltet wird, so daß diese ihre Sperrstellung einnehmen. Die beiden Überströmventile 40.3 und 40.5 wirken jetzt als Sperrglied, welches die zugeordneten Verbraucherkreise III und IV bzw. V von der Druckluftversorgung abtrennt. Mit Erreichen des Betriebsdruckes in den Verbraucherkreisen I und II wird von der Steuerelektronik 57 die Absperrung der übrigen Kreise durch Umschalten der Vorsteuerventile 44.3 und 44.4 in ihre federbetätigte Stellung aufgehoben. Die Verbraucherkreise III bis V werden nun mit Druckluft aufgefüllt.

Zum Füllen des Luftfederkreises V auf einen gegenüber den anderen Kreisen I bis IV höheren Betriebsdruck schaltet die Steuerelektronik 57 die Überströmventile 40.1 bis 40.3 in ihre die Druckluftversorgung absperrnde Stellung. Die vom Luftkompressor 11 gelieferte Druckluft wird daher nun nur in den Druckluft-Verbraucherkreis V gefördert. Mit Erreichen des vom Drucksensor 54.5 überwachten Betriebsdruck des Kreises V, der unterhalb des Abschaltdruckes des Sicherheitsventils 26 liegt, kann, bei gefüllten übrigen Kreisen, die Förderung des Luftkompressors 11 abgeschaltet werden. Um das erhöhte Druckniveau im Luftfederkreis V zu halten, wird das Überströmventil 40.5 durch Einsteuern von Steuerluft in sein Betätigungsglied 41 in die Sperrstellung geschaltet. Nehmen alle Überströmventile 40.1 bis 40.3 und 40.5 ihre Sperrstellung ein, so kann bei abgeschalteter Luftförderung Steuerluft mit der Steuerleitung 47 aus dem Kreis I entnommen werden.

Durch die an die Kreise I bis V angeschlossenen Verbraucher wird Druckluft in unterschiedlichem Ausmaß verbraucht. Bei von der Steuerelektronik 57 aufgehobener Sperrstellung der Überströmventile 40.1 bis 40.3 kann ein Druckausgleich zwischen den Kreisen I bis IV stattfinden, solange der Schließdruck des jeweiligen Überströmventils nicht unterschritten wird. Durch Beibehalten der Sperrstellung des entsprechenden Überströmventils kann die Steuerelektronik 57 auch andere Kreise als den Luftfederkreis V vom Druckluftaustausch ausschließen. Erkennt die Steuerelektronik 57, daß der bei aufgefülltem Druckluft-Verbraucherkreis erreichte Begrenzungsdruck durch Druckluftverbrauch um eine programmierte Druckdifferenz gefallen ist, so wird die Druckluftversorgung dieses Kreises aufgenommen. Unterliegen beispielsweise die beiden Betriebsbremskreise I und II bei Bergabfahrt des Fahrzeugs durch länger dauernde Bremsungen einem erhöhten Druckluftverbrauch, so werden die übrigen Kreise III bis V von der Druckluftversorgung ausgeschlossen und bevorzugt die beiden Betriebsbremskreise I und II durch Luftförderung aufgefüllt. Mit Erreichen ihres Begrenzungsdruckes werden die Kreise I und II abgetrennt und gegebenenfalls andere Kreise aufgefüllt.

Man erkennt also, daß die Druckluftversorgung der Druckluft-Verbraucherkreise I bis V durch entsprechende Programmierung der Steuerelektronik 57 bezüglich der Erstbefüllung, der Aufeinanderfolge der Befüllung der Kreise, der Einstellung unterschiedlicher Betriebsdrücke, des Ausgleichs unterschiedlichen Druckluftverbrauchs in den Kreisen sowie des Wiederauffül-

lens der Kreise in weiten Grenzen variiert werden kann. Kriterien für die Programmierung können beispielsweise die Fahrzeugart, die Ausstattung des Fahrzeugs und dessen Betriebsweise sein.

Durch entsprechende Programmierung der Steuerelektronik 57 kann die Arbeitsweise des Luftkompressors 11 gesteuert werden. So kann die Steuerelektronik 57 den Luftkompressor 11 bei Schiebebetrieb des Fahrzeugs einschalten, um zum Auffüllen der Druckluft-Verbraucherkreise I bis V die kinetische Energie des Fahrzeugs zu nutzen. Diese kann zum Füllen eines Kreises auf ein gegenüber dem Betriebsdruck höheres Druckniveau genutzt werden, um anschließend bei Bedarf andere Kreise mit niedrigerem Solldruck aus diesem Kreis mit Druckluft aufzufüllen. Wird dagegen die volle Leistung des Antriebsmotors 13 zum Vortrieb des Fahrzeugs benötigt, schaltet die Steuerelektronik 57 durch Ansteuern des elektromagnetischen Betätigungsmittels 14 den Luftkompressor 11 durch Trennen der Schaltkupplung 12 ab. Fällt jedoch in diesen Fahrzustand der Druck in den Betriebsbremskreisen I und II unzulässig tief ab, so wird der Luftkompressor 11 von der Steuerelektronik 57 wieder eingeschaltet.

Besitzt das Fahrzeug keine Schaltkupplung 12 zwischen dem Antriebsmotor 13 und dem Luftkompressor 11, so kann dieser in Leerlaufbetrieb geschaltet werden, indem die Steuerelektronik 57 durch Umschalten des Vorsteuerventils 44.5 Steuerluft in das Betätigungsmittel 28 des Sicherheitsventils 26 einsteuert und dieses in seine Durchlaßstellung schaltet. Die vom Luftkompressor 11 geförderte Luft wird jetzt durch das Sicherheitsventil 26 zur Druckentlastungsstelle 24 abgesteuert. Wirtschaftlicher ist es jedoch, wenn der Luftkompressor 11 eine nicht dargestellte Einrichtung aufweist, mit der das Saugventil unwirksam geschaltet oder eine Bypassverbindung zwischen dem Saugraum und dem Verdichtungsraum des Luftkompressors 11 geschaltet werden kann.

Für die Steuerung des Luftkompressors 11 erhält die Steuerelektronik 57 über den Datenbus 59 entsprechende Daten von der Motorsteuerung. Außerdem vermag die Steuerelektronik 57 Informationen an eine im Fahrerhaus des Fahrzeugs angeordnete Zustandanzeige der Druckluftanlage zu leiten, um dem Fahrer anzuzeigen, welche Druckverhältnisse in den Druckluft-Verbraucherkreisen I bis V bestehen und ob gegebenenfalls Störungen vorliegen. Wird von der Steuerelektronik 57 bei Unterschreiten oder Nichterreichen einer vorgegebenen Druckschwelle in einem Verbraucherkreis ein Defekt durch z. B. ein Leck erkannt, so wird durch Schalten des entsprechenden Überströmventils in die Sperrstellung der betroffene Verbraucherkreis von der Druckluftversorgung abgetrennt.

Für die Einleitung und Steuerung der Regeneration des Lufttrockners 18 wertet die Steuerelektronik 57 die Signale der Feuchtesensoren 19, 21, 53 aus. Daneben können der Steuerelektronik 57 Daten über Temperatur der geförderten Druckluft, Drehzahl des Luftkompressors 11 und andere zugehen. Die Steuerelektronik 57 ist entsprechend ihrer Programmierung und der Sensorausstattung der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.1 eingerichtet, um die Regenerationsdauer des Lufttrockners 18 luftmengenabhängig, druckabhängig, zeitabhängig oder feuchteabhängig zu steuern. Erkennt die Steuerelektronik 57 aufgrund der Meßwerte des Feuchtesensors 53, daß die dem Verbraucherkreis I zugeführte Druckluft einen unzulässig großen Feuchtigkeitsgehalt aufweist, so wird durch Umschalten des Sicherheits-

ventils 26 bei unwirksamer Luftförderung des Luftkompressors 11 die Regeneration des Lufttrockners 18 eingeleitet. Hierzu kann Druckluft aus den Verbraucherkreisen I bis V herangezogen werden, welche durch die Bypassleitung 33 über die Drosselstelle 34 das Granulat im Lufttrockner 18 in der der Luftförderrichtung entgegengesetzten Richtung durchströmt. Die Regenerationsluft nimmt dabei im Granulat gespeicherte Feuchtigkeit auf und leitet sie über das Sicherheitsventil 26 zur Druckentlastungsstelle 24 ab. Dabei kann durch entsprechendes Schalten der Überströmventile 40.1 bis 40.3 sowie 40.5 sichergestellt werden, daß die Regenerationsluft dem Verbraucherkreis entnommen wird, der das höchste Druckniveau hat. Oder die Regenerationsluft wird dem Verbraucherkreis entnommen, der nach der vorangegangenen Regeneration des Lufttrockners 18 zuerst befüllt wurde, so daß er besonders trockene Luft enthält. Statt dessen kann die Regeneration des Lufttrockners 18 auch durch Entnahme der im Behälter 20 gespeicherten Regenerationsluft erfolgen. Die Dauer der Regeneration kann von der Steuerelektronik 57 beispielsweise zeitabhängig oder in Abhängigkeit vom Druckabfall des die Regenerationsluft bereitstellenden Verbraucherkreises oder durch Sensierung des Feuchtigkeitsgehaltes der aus dem Lufttrockner 18 austretenden Regenerationsluft mittels des Feuchtesensors 21 gesteuert werden. Bei Verwendung des im Trockengranulat befindlichen Feuchtesensors 19 werden Beginn und Ende der Regeneration anhand des Feuchtigkeitsgehaltes des Trockengranulats gesteuert.

Außer während des Fahrbetriebs kann eine Regeneration des Lufttrockners von der Steuerelektronik 57 auch nach dem Abstellen des Fahrzeugs gesteuert werden, indem das Sicherheitsventil 26 in seine Durchlaßstellung und im Falle der Regenerationsluftentnahme beispielsweise aus dem Luftfederkreis V die Überströmventile 40.1 bis 40.3 der übrigen Verbraucherkreise I bis IV in die Sperrstellung geschaltet werden. Da bei der Regeneration infolge des Druckabbaus Wasseransammlungen im Bereich des Sicherheitsventils 26 ausgeblasen werden, kann die das Einfrieren des Sicherheitsventils verhütende elektrische Heizung 29 gegebenenfalls entfallen. Nach Abschluß der Regeneration werden von der Steuerelektronik 57 durch Umschalten der Vorsteuerventile 44.1 bis 44.3 sowie 44.5 in ihre federbetätigte Stellung die Überströmventile 40.1 bis 40.3 sowie das Sicherheitsventil 26 in ihre in der Zeichnung wiedergegebene Grundstellung geschaltet. Bei Wiederinbetriebnahme des Fahrzeugs steht der Lufttrockner 18 mit voller Trocknungskapazität zur Verfügung.

Das in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel einer Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.2 unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel im wesentlichen dadurch, daß das Vierkreisschutzventil 42.2 Überströmventile 65.1 bis 65.3 sowie 65.5 ohne zusätzliches Betätigungsmittel enthält. Statt dessen ist in den Förderleitungszweigen 17.1 bis 17.3 sowie 17.5 in Förderrichtung nach den Überströmventilen je ein Sperrglied in Form eines als 2/2-Wegeventil 66.1 bis 66.3 sowie 66.5 verkörperten Absperrventils angeordnet. Das Wegeventil nimmt nicht angesteuert seine federbetätigte Durchlaßstellung ein. Es ist in gleicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel von der Steuerelektronik 57 mittels der Vorsteuerventile 44.1 bis 44.4 durch pneumatische Betätigung in seine Sperrstellung schaltbar. Das Sperrglied kann auch in Förderrichtung vor den Überströmventilen 65.1 bis 65.3 sowie 65.5 in den Förderleitungszweigen 17.1 bis 17.3 sowie 17.5 ange-

ordnet sein. Die Funktionsweise der ebenfalls mit Drucksensoren 54.1 bis 54.3 und 54.5 ausgestatteten Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.2 ist die gleiche wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

Das dritte Ausführungsbeispiel der Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.3 nach Fig. 3 ist dagegen ventil- und steuerungsmäßig gegenüber den beiden vorangegangenen Ausführungsbeispielen erheblich vereinfacht. Hier befindet sich in den Förderleitungszweigen 17.1 bis 17.3 sowie 17.5 als schaltbares Sperrglied je ein 2/2-Wegeventil 69.1 bis 69.3 sowie 69.5 mit federbetätigter Sperrstellung. Die Wegeventile sind von der Steuerelektronik 57 unmittelbar durch elektromagnetische Betätigung in ihre Durchlaßstellung schaltbar. Auch diese Druckluft-Versorgungseinrichtung 10.3 kann aufgrund der Drucksensierung in den Verbraucherkreisen I bis III und V mittels der Drucksensoren 54.1 bis 54.3 und 54.5 durch entsprechende Steuerung der Wegeventile 69.1 bis 69.3 sowie 69.5 in entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel angegebener Weise gesteuert werden. Außerdem ist das Sicherheitsventil der Druckluft-Versorgungseinrichtung in Form eines 2/2-Wegeventils 70 ausgebildet, das aus seiner federbetätigten Sperrstellung elektromagnetbetätigt oder elektromechanisch von der Steuerelektronik 57 zum Zwecke der Regenerationssteuerung in die Durchlaßstellung schaltbar ist. Um aus Sicherheitsgründen den höchstzulässigen Druck in der Fahrzeug-Druckluftanlage zu begrenzen, ist das Wegeventil 70 außerdem über eine Steuerleitung 71 pneumatisch in seine Durchlaßstellung schaltbar.

#### Patentansprüche

1. Druckluft-Versorgungseinrichtung (10.1) für Fahrzeug-Druckluftanlagen mit den folgenden Merkmalen:

- es ist ein Luftkompressor (11) vorgesehen, von dessen Ausgang zur Versorgung der Druckluftanlage eine Förderleitung (17) zu einem Lufttrockner (18) führt,
- an die Förderleitung (17) ist ein zu einer Druckentlastungsstelle (24) absteuerndes Sicherheitsventil (26) angeschlossen,
- ausgangsseitig des Lufttrockners (18) ist mit der Förderleitung (17) wenigstens ein Druckluft-Verbraucherkreis (z. B. I) angeschlossen, dessen Druck von einem Drucksensor (54.1) überwacht ist,
- es ist eine Steuerelektronik (57) vorgesehen, an welche der Drucksensor (54.1) sowie wenigstens ein Magnetventil (44.5) für die Steuerung der Regeneration des Lufttrockners (18) angeschlossen sind und welche die Druckluftförderung des Luftkompressors (11) steuert,

gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:

- die Förderleitung (17) ist ausgangsseitig des Lufttrockners (18) in zu wenigstens zwei Verbraucherkreisen (z. B. I, V) führende Leitungszweige (17.1, 17.5) verzweigt,
- die Verbraucherkreise (I, V) sind durch ein von der programmierbaren Steuerelektronik (57) schaltbares, im jeweiligen Leitungszweig (17.1, 17.5) liegendes Sperrglied (40.1, 40.5, 41) von der Druckluftversorgung abtrennbar.

2. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrglied ein im Leitungszweig (17.1, 17.5) angeordnetes Absperrventil (66.1, 66.5; 69.1, 69.5) ist.



3. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrglied ein elektromagnetisch oder pneumatisch betätigbares 2/2-Wegeventil (69.1, 69.5) mit federbetätigter Sperrstellung ist.
4. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrglied ein im Leitungszweig (17.1, 17.5) vor oder nach einem Überströmventil (65.1, 65.5) angeordnetes 2/2-Wegeventil (66.1, 66.5) mit federbetätigter Durchlaßstellung ist.
5. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrglied ein im Leitungszweig (17.1, 17.5) liegendes Überströmventil (40.1, 40.5) ist, welches mit einem zusätzlichen pneumatischen Betätigungsmittel (41) oder einem elektromagnetischen Betätigungsmittel in die Sperrstellung schaltbar ist.
6. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Steuerleitung (z. B. 45.1) des pneumatischen Betätigungsmittels (41) ein als 3/2-Wegeventil ausgebildetes Vorsteuerventil (44.1) angeordnet ist.
7. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerleitung (46, 47) ausgangsseitig des Lufttrockners (18) an die Förderleitung (17) oder in Druckluft-Förderrichtung nach dem Überströmventil (40.1) an einen Verbraucherkreis (I) angeschlossen ist, oder daß Steuerleitungen (46, 47) sowohl an die Förderleitung (17) als auch an den Verbraucherkreis (I) angeschlossen sind, wobei in jeder Steuerleitung (46, 47) ein Rückschlagventil (48, 49) liegt.
8. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorsteuerventil (44.1) von der Steuerelektronik (57) elektromagnetisch in eine Stellung schaltbar ist, in der die Steuerleitung (45.1, 46, 47) durchgeschaltet ist, während es federbetätigt eine Stellung einnimmt, in welcher die Steuerleitung (45.1, 46, 47) getrennt und ihr zum Überströmventil (40.1) führender Teil (45.1) entlüftet ist.
9. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsventil (70) ein 2/2-Wegeventil ist, welches federbetätigt seine Sperrstellung einnimmt und elektromagnetbetätigt oder elektromechanisch von der Steuerelektronik (57) oder vom Druck in der Förderleitung (10.3) in die Durchlaßstellung schaltbar ist.
10. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß von der Steuerleitung (46, 47) ein Leitungszweig (45.5) zum als Druckbegrenzungsventil ausgebildeten Sicherheitsventil (26) ausgeht, welches mit einem zusätzlichen pneumatischen Betätigungsmittel (28) ausgestattet und von einem in dem Leitungszweig (45.5) liegenden Vorsteuerventil (44.5) in der Form des elektromagnetbetätigbaren 3/2-Wegeventils in die Durchlaßstellung schaltbar ist.
11. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an die Steuerelektronik (57) ein Betätigungsmittel (14) für eine Kupplung (12) zum Trennen des Luftkompressors (11) von seinem Antriebsmotor (13) angeschlossen ist.
12. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an die Steu-

erelektronik (57) ein Betätigungsmittel zum Steuern des Luftkompressors (11) in seine Leerlaufstellung angeschlossen ist.

13. Druckluft-Versorgungseinrichtung nach Anspruch 1, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik (57) über einen Datenbus (59) mit der Motorsteuerung des Fahrzeugs verbunden ist.

14. Verfahren zum Steuern einer Druckluft-Versorgungseinrichtung (10.1) für Fahrzeug-Druckluftanlagen nach Anspruch 1, wobei eine Steuerelektronik (57) vorgesehen ist, welche in Abhängigkeit vom Druck in wenigstens einem Druckluft-Verbraucherkreis (z. B. I) die Druckluftversorgung der Druckluftanlage steuert, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:

- der Druck wird von der Steuerelektronik (57) in wenigstens zwei Verbraucherkreisen (z. B. I, V) überwacht,
- die Steuerelektronik (57) trennt die Verbraucherkreise (I, V) in Abhängigkeit von einem kreisabhängigen, programmierten Begrenzungsdruck von der Druckluftversorgung ab,
- die Steuerelektronik (57) verbindet den jeweiligen Verbraucherkreis (I, V) bei Unterschreiten des Begrenzungsdrucks um eine programmierte Druckdifferenz mit der Druckluftversorgung.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik (57) einen Verbraucherkreis (z. B. I) für die Befüllung mit Druckluft auswählt, während der andere Verbraucherkreis (V) oder die weiteren Verbraucherkreise (II bis V) von der Befüllung zeitweise abgetrennt sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik (57) die Verbraucherkreise (I bis V) in einer programmierten Reihenfolge mit der Druckluftversorgung verbindet.

17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein von der Steuerelektronik (57) ausgewählter Verbraucherkreis (V) auf einen höheren Druck aufgefüllt wird als der wenigstens eine andere Verbraucherkreis (I).

18. Verfahren nach Anspruch 14 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine andere Verbraucherkreis (z. B. II) aus dem einen höheren Druck aufweisenden Verbraucherkreis (V) aufgefüllt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik (57) bei Unterschreiten oder Nichterreichen einer vorgegebenen Druckschwelle den betroffenen Verbraucherkreis (z. B. II) von der Druckluftversorgung abtrennt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine im Fahrerhaus des Fahrzeugs angeordnete Zustandsanzeige der Druckluftanlage von der Steuerelektronik (57) angesteuert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik (57) das Befüllen der Verbraucherkreise (z. B. I, V) in Abhängigkeit vom Druck in den Kreisen sowie vom Fahrzustand des Fahrzeugs steuert.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Befüllen der Verbraucherkreise (z. B. I, V) bei im Schiebetrieb befindlichem Antriebsmotor (13) des Fahrzeugs erfolgt.

23. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsventil (26) der Druckluftanlage von der Steuerelektronik (57) in die druckluftabsteuernde Stellung sowie die Sperrglieder (40.1, 40.5) der Verbraucherkreise (z. B. I, V) in die Sperrstellung schaltbar sind. 5

24. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftkompressor (11) mit einer von der Steuerelektronik (57) schaltbaren Kuppelung (12) mit seinem Antriebsmotor (13) verbindbar ist. 10

25. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftkompressor (11) von der Steuerelektronik (57) auf Leerlaufbetrieb umschaltbar ist. 15

26. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Regeneration des in der Druckluft-Versorgungseinrichtung (10.1) angeordneten Lufttrockners (18) benötigte Luft dem auf dem höchsten Druckniveau befindlichen Verbraucherkreis (z. B. V) entnommen wird, während das dem wenigstens einen anderen Verbraucherkreis (z. B. I) zugeordnete Sperrglied (40.1) in der Schließstellung gehalten wird. 20

27. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Regenerationsluft für den Lufttrockner (18) aus dem nach der vorangegangenen Regeneration mit Druckluft erstbefüllten Verbraucherkreis (z. B. I) entnommen wird. 25

28. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Regenerationsluft einem an den Lufttrockner (18) angeschlossenen Regenerationsluftbehälter (20) entnommen wird. 30

29. Verfahren nach Anspruch 26, 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Regenerationsdauer von der Steuerelektronik (57) luftmengenabhängig, druckabhängig, zeitabhängig oder feuchteabhängig gesteuert wird. 35

30. Verfahren nach Anspruch 26, 27, 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeneration des Lufttrockners (18) von der Steuerelektronik (57) nach dem Abstellen des Fahrzeugs gesteuert wird, indem das vorsteuerbare Sicherheitsventil (26) in seine Durchlaßstellung und im Falle der Regenerationsluftentnahme aus einem Verbraucherkreis (z. B. I) das Sperrglied (40.5) des wenigstens einen anderen Verbraucherkreises (z. B. V) in die Sperrstellung geschaltet wird, und daß bei Beendigung der Regeneration das Sicherheitsventil (26) und das Sperrglied (40.5) umgeschaltet werden. 50

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

Fig. 1

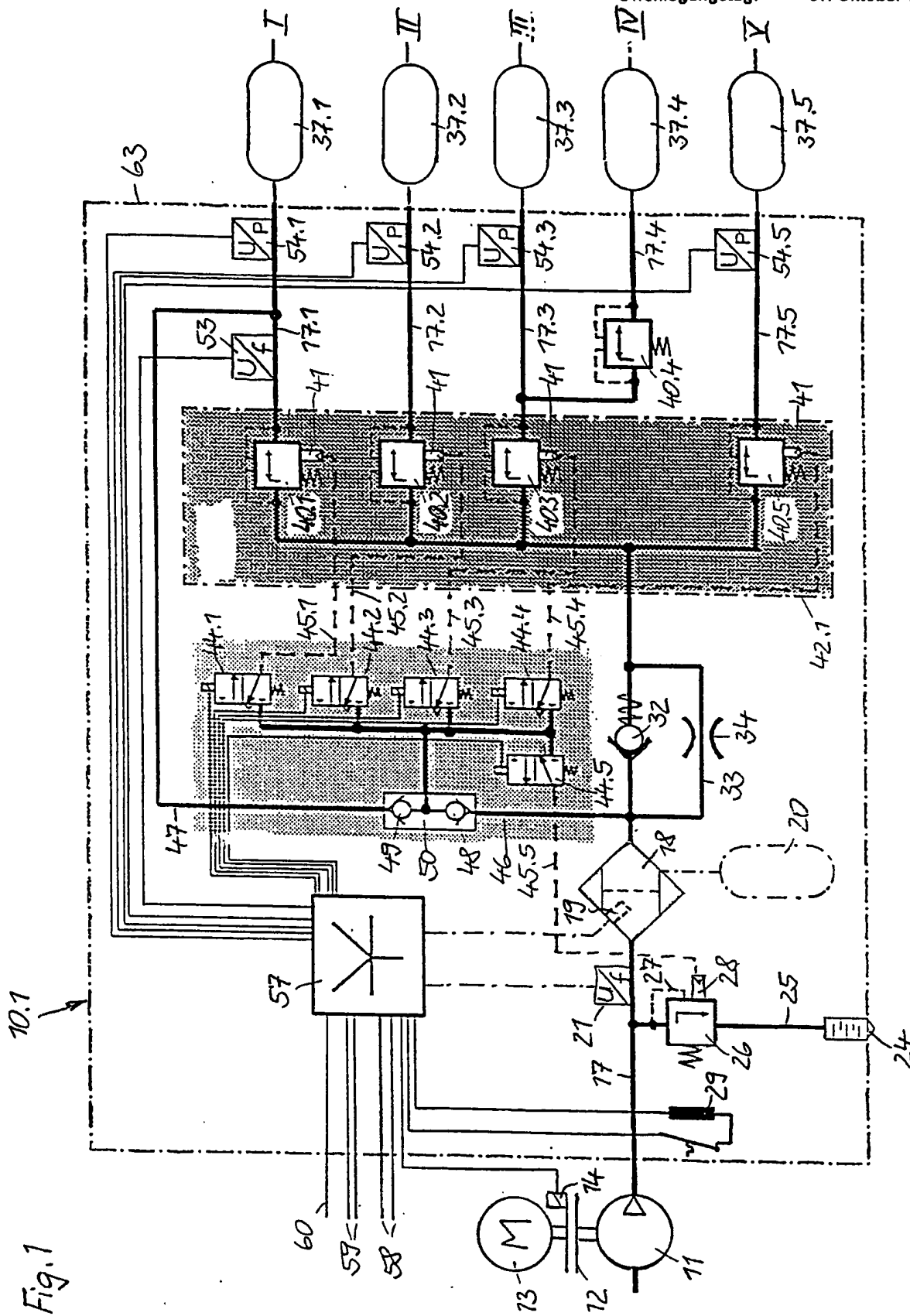


Fig. 2

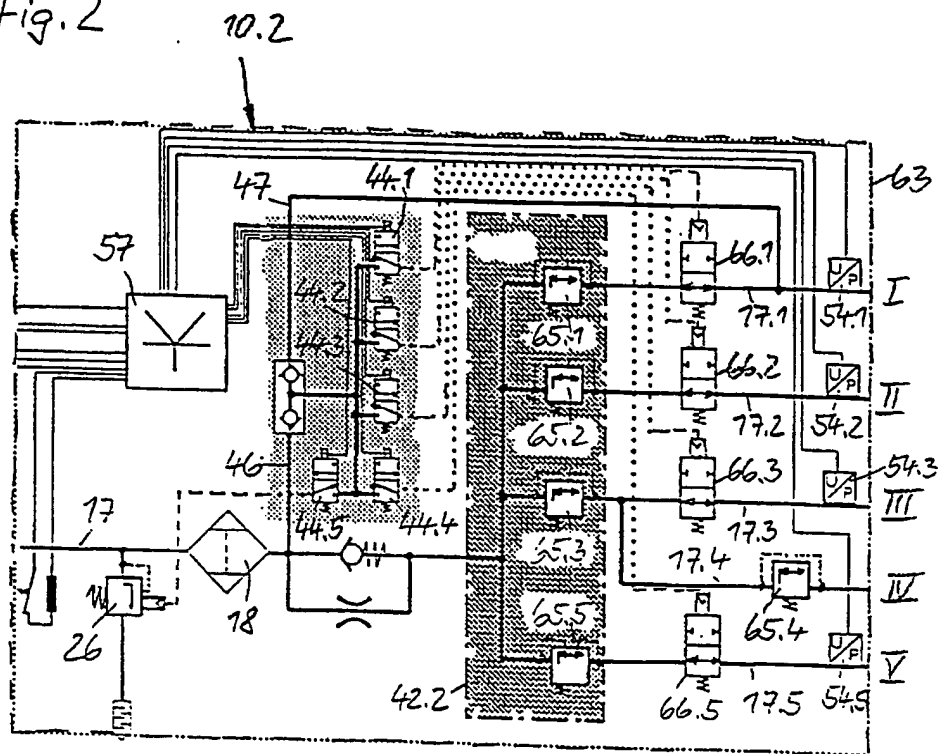
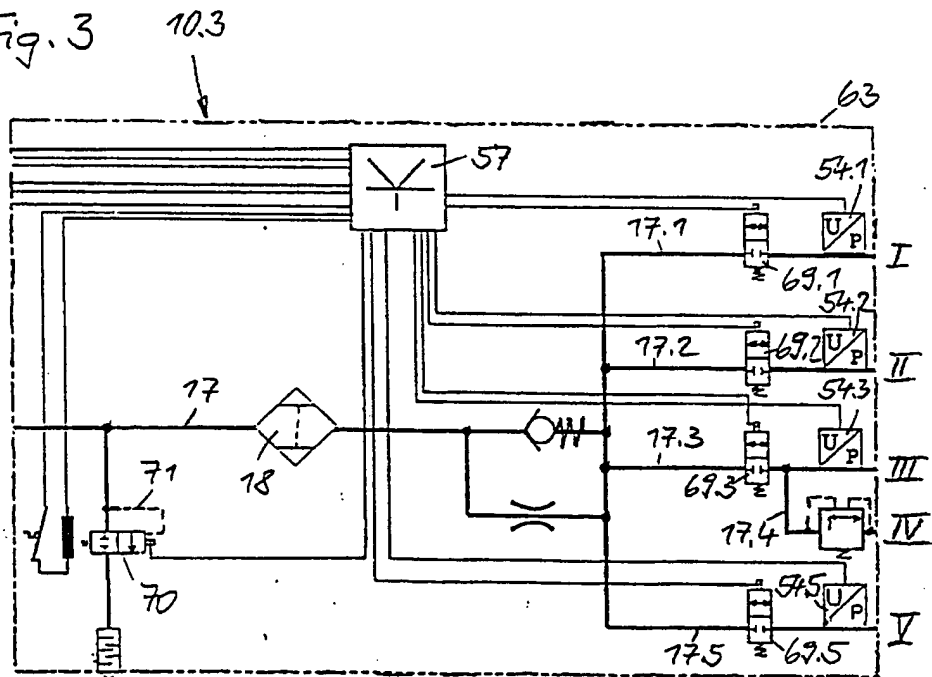


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**